

**STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKROHIDRO DI BENDUNG KALISAPI BANJARNEGARA**



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

SADEWA YUDHA PRAYOGA

D400150131

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI
BENDUNG KALISAPI BANJARNEGARA**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

SADEWA YUDHA PRAYOGA

D400150131

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Jatmiko, M.T
NIK. 622

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI
BENDUNG KALISAPI BANJARNEGARA**

OLEH

Sadewa Yudha Pravoga

NIM D400150131

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari,,,
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Jatmiko, M.T
(Ketua Dewan Penguji)
2. Agus Supardi, S.T, M.T
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Tindyo Prasetyo, S.T, M.T
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,

Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D
NIK. 628

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 22 Juli 2019
Penulis



SADEWA YUDHA PRAYOGA
D400150011

STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI BENDUNG KALISAPI BANJARNEGARA

Abstrak

Bendung Kalisapi merupakan bendung yang dibangun untuk membendung aliran sungai dari sungai serayu. Bendung ini dimanfaatkan sebagai irigasi, perikanan, serta sebagai pengendali banjir. Bendung Kalisapi adalah penyedia sumber energi baru dan ramah lingkungan sebagai salah satu alternative penyuplai listrik. Sumber energi yang dimaksud yaitu dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro karena memiliki tinggi bendung *headnett* yang tinggi dan debit air yang cukup dan stabil. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro merupakan pembangkit listrik tenaga air yang berskala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya. Semakin tinggi jatuh airnya maka semakin besar energi potensial air yang diubah menjadi energi listrik. Metode yang digunakan untuk mengukur debit air yaitu dengan menggunakan metode apung, menggunakan *google coordinat*, dan *mapcoordinates*. Debit air di Bendung Kalisapi menggunakan data metode apung dengan menghitung lebar aliran sungai dan kedalam sungai yang telah diukur. *Headnett* dicari menggunakan *google coordinat* dan *mapcoordinates* untuk menentukan titik tertinggi dan titik terendah. Bendung Kalisapi memiliki *headnett* 5 meter dan daya paling besar yang dihasilkan yaitu 349,63 KW.

Kata Kunci: bendung, PLTMH, *headnett*, debit air

Abstract

Kalisapi Dam is a weir that is used to keep the flow of the Serayu River. This dam is using for irrigation, fishery, and flood control. Kalisapi Dam can also be an alternative supply of electricity for new environmentally friendly energy sources, by utilizing the flow of the river to be "PLTMH" because it has enough and stable of *headnett* and water flow. "PLTMH" is a small-scale hydropower plant that uses hydropower as the activator, the higher the fall of water, the greater the potential energy of water that becomes electrical energy. The method used to set the water debit is using the floating method, google coordinate, and map coordinates. The floating method is used to set the water debit by calculating the width and depth of the river flow. While google coordinate used to set the height of the *headnett*, and map coordinates to set the highest point and lowest point of flow. Kalisapi Dam has a height 5 meters of *headnett* and the largest power produced is 349.63 KW.

Keywords: the dam , PLTMH, *Headnett*, water discharge

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik di Indonesia semakin tahun semakin meningkat, seiring dengan meningkatnya gaya hidup dan kebutuhan manusia. Berdasarkan data Kementrian ESDM , konsumsi listrik Indonesia 2017 mencapai 1.012 Kilowatt perHour (KWH)/kapita naik 5,9% dari tahun sebelumnya. Untuk tahun 2019, pemerintah berupaya meningkatkan konsumsi listrik untuk masyarakat akan sebesar 1.129 kwh/kapita.

Sebagian listrik di Indonesia diproduksi dari pembangkit listrik, sebagian pembangkit listrik menggunakan bahan bakar fosil untuk generator listrik. Bahan bakar fosil untuk jangka waktu yang lama akan habis karena tidak dapat diperbaharui. Penggunaan generator dengan bahan bakar fosil dapat menyebabkan polusi, pemanasan global, serta perubahan iklim. Selain bahan bakar fosil, terdapat sumber energi terbarukan seperti air, angin, matahari, dan lain lain.

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar memiliki sumber daya air yang melimpah yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan potensi pembangkit listrik. Salah satu daerah di Indonesia yang berpotensi adalah Banjarnegara, Jawa Tengah. Banjarnegara memiliki banyak sungai yang dimanfaatkan sebagai Pembangkit Tenaga Listrik (PLTMH). Salah satu potensi PLTMH yaitu di Bendung Kalisapi di Kabupaten Banjarnegara.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit yang memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan listrik. Prinsip dari PLTMH yaitu memanfaatkan tinggi jatuh air dan debit air per detik di suatu sungai ataupun bendungan, kemudian aliran air tersebut dapat memutar turbin dan menghasilkan energi mekanik. Energi mekanik turbin kemudian memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik. Pada PLTMH proses perubahan energi kinetik berupa (kecepatan dan tekanan air), yang digunakan untuk menggerakkan turbin air dan generator listrik hingga menghasilkan energi listrik. (Notosudjono, D. 2002).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada skripsi ini akan digunakan untuk mengetahui berapa daya yang dihasilkan dari PLTMH Bendungan Kalisapi. Data yang digunakan adalah data yang diambil langsung di lapangan dan di Balai Serayu Hulu Banjarnegara.

2. METODE

2.1 Studi Potensi dan Survey Lokasi

Kegiatan awal dari studi potensi adalah pengambilan data serta memberikan informasi di suatu daerah bahwa adanya potensi untuk dibangunnya PLTMH. Dari data tersebut dapat diperoleh kesimpulan sebagai pertimbangan untuk didirikan PLTMH.

2.2 Penentuan Lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Pembangkitan energi listrik pada PLTMH memanfaatkan tinggi jatuh air dan aliran air. Besar debit air dan *head* di sungai digunakan untuk menentukan kapasitas dari PLTMH. *Head* adalah perbedaan tinggi lokasi penenang dengan poros dari turbin. Penelitian ini memilih lokasi di Bendung Kalisapi Banjarnegara yang memiliki *head* 5m.



Gambar.1 Bendung Kalisapi Banjarnegara

2.3 Pengukuran Besar Tinggi Jatuh Air

Pengukuran besaran tinggi jatuh air dapat menggunakan dua metode yaitu dengan menghitung manual dan menggunakan *GPS* atau aplikasi *google maps coordinates*.

2.4 Pengukuran Debit Air

Metode Apung adalah cara paling mudah dan paling umum untuk mengukur debit air ada sungai.

Pengukuran metode apung harus diketahui terlebih dahulu luas penampang air (A) dan kecepatan aliran air (V) untuk mengetahui debit air, melalui persamaan :

$$A = l \times h \quad (1)$$

$$V = \frac{s}{t} \quad (2)$$

Persamaan untuk menghitung debit air :

$$Q = A \times V \quad (3)$$

Keterangan :	Q	: Debit air	(m ³ /s)
	A	: Luas penampang	(m ²)
	V	: Kecepatan air	(m/s)
	l	: Lebar aliran air	(m)
	h	: Tinggi/kedalaman air	(m)
	s	: Jarak botol yang dialirkan	(m)
	t	: Waktu	(s)

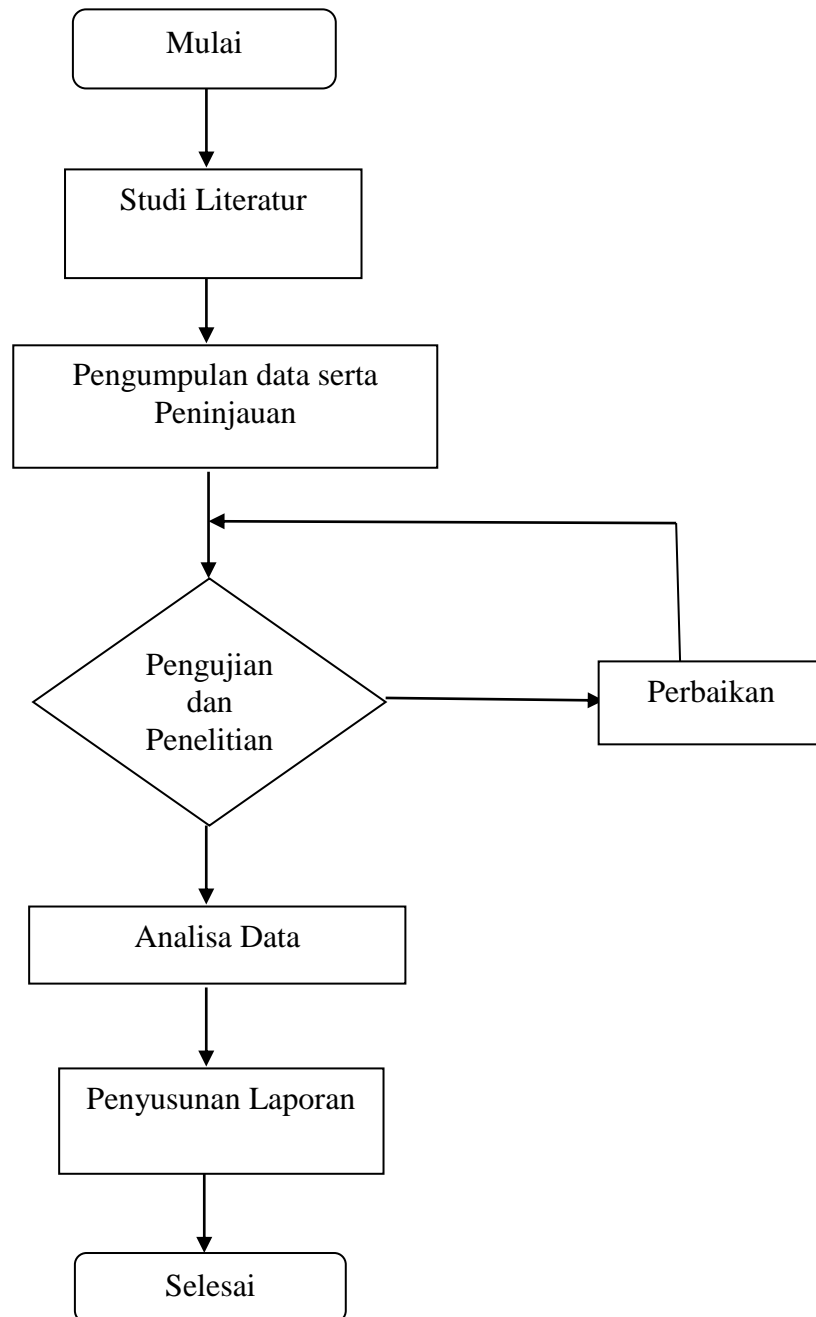
2.5 Perhitungan Potensi Daya yang Dibangkitkan

Persamaan untuk menentukan besar potensi daya listrik :

$$P = g \times Q \times Hn \times eff \quad (4)$$

Keterangan :	P	= Daya (Kw)
	g	= Gravitasi (9.81)
	Q	= Debit aliran (m ³ /s)
	Hn	= <i>Head net</i> (m)
	Eff	= Efisiensi turbin

2.6 Gambar Flowchart



Gambar. 2 *Flowchart*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Debit Air



Gambar 3. Pengukuran debit air metode apung

Menghitung debit air dapat menggunakan cara manual dengan menggunakan metode apung, berikut alat yang dibutuhkan seperti botol aqua 600 ml, meteran, tali rafia, jam sukat. Pada metode apung harus mencari kedalaman air, luas penampang air, dan kecepatan air. Langkah langkah untuk mencari kecepatan air adalah sebagai berikut :

- a. Botol Aqua 600 ml diisi air sekitar seperempat dari botol dan diikat dengan tali raffia
- b. Ukur lebar penampang saluran induk sungai
- c. Ukur kedalaman pada sungai
- d. Tentukan titik awal dan titik akhir pengukuran
- e. Hitung jarak titik awal dan titik akhir
- f. Letakkan botol ke aliran bendungan dan hanyutkan
- g. Hitung waktu yang diperlukan botol dari titik awal menuju titik akhir

Diketahui lebar aliran sungai yaitu 11,2 m , panjang aliran yang diukur yaitu 6 m, kedalaman sungai yaitu 2,5 m , jadi :

$$\begin{aligned} A &= l \times h \\ &= 11,2 \times 2,5 \\ &= 28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi, luas penampang air (A) = 28 m^2

Tabel 1 merupakan pengukuran manual debit air menggunakan metode apung

Tabel 1. Pengukuran Debit air saluran induk (*intake*) Bendung Kali Sapi

Percobaan	Luas Penampang m^2	Waktu s	Kecepatan m/s	Debit m^3/s
1	28	17	0,35	9,88
2	28	19	0,32	8,84
3	28	21	0,29	8
4	28	22	0,27	7,64
5	28	20,1	0,30	8,39
6	28	19,7	0,30	8,53
7	28	15,7	0,38	10,70
8	28	17,7	0,34	9,49
9	28	15,9	0,38	10,57
10	28	19	0,32	8,8
Rata-rata	28	18,7	0,33	9,08

Tabel 2 berasal dari data debit air Dinas Pekerjaan Umum dan Badan Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang Serayu Citaduy Purwokerto.

Tabel 2. Data debit air saluran air (*intake*) Bendung Kalisapi

Bulan	Debit rata-rata (m^3)
Januari	2,65
Febuari	1,80
Maret	1,61
April	1,84
Mei	3,33
Juni	3,53
Juli	3

Agustus	1,71
September	1,71
Oktober	8,91
November	2,58

3.2 Analisa Daya Listrik

Besarnya potensi daya listrik (P) dapat diperoleh dari data pengukuran debit air menggunakan metode apung, diperoleh rata-rata debit air sebesar $9,08 \text{ m}^3/\text{s}$, maka daya yang dibangkitkan yaitu :

$$\begin{aligned}
 P &= g \times Q \times H \times \text{Eff} \\
 &= 9,81 \times 9,08 \times 5 \times 0,80 \\
 &= 356,29 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Data debit air yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum dan Balai Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang Serayu Citaduy Purwokerto, maka diketahui potensi daya listrik (P) sebagai berikut :

Tabel 3. Analisa Potensi Daya Listrik saluran induk Bendung Kalisapi

Bulan	Debit (Q) m^3/s	Head (H) m	Efisiensi Turbin	Gravitasi (G) m/s^2	Daya (P) kW
Januari	2,65	5	0,8	9,81	103,99
Febuari	1,80	5	0,8	9,81	70,75
Maret	1,61	5	0,8	9,81	63,18
April	1,84	5	0,8	9,81	72,20
Mei	3,33	5	0,8	9,81	130,67
Juni	3,53	5	0,8	9,81	138,52
Juli	3	5	0,8	9,81	117,72
Agustus	1,71	5	0,8	9,81	67,10
September	1,71	5	0,8	9,81	67,10
Oktober	8,91	5	0,8	9,81	349,63

November	2,58	5	0,8	9,81	101,24
Rata-rata	2,97	5	0,8	9,81	116,55

Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa daya listrik yang dihasilkan relatif stabil dalam kurun waktu 11 bulan. Daya listrik tertinggi dihasilkan di bulan Oktober yaitu sebesar 349,63 kW dan daya listrik terendah di bulan Maret yaitu sebesar 63,18 kW. Rata-rata daya listrik yang dihasilkan dalam setahun yaitu 116,5 kW. Bendung Kalisapi berpotensi untuk dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan *headnett* 5 m dan debit air yang cukup stabil.

3.3 Kondisi Sosial Ekonomi

a. Pekerjaan Masyarakat

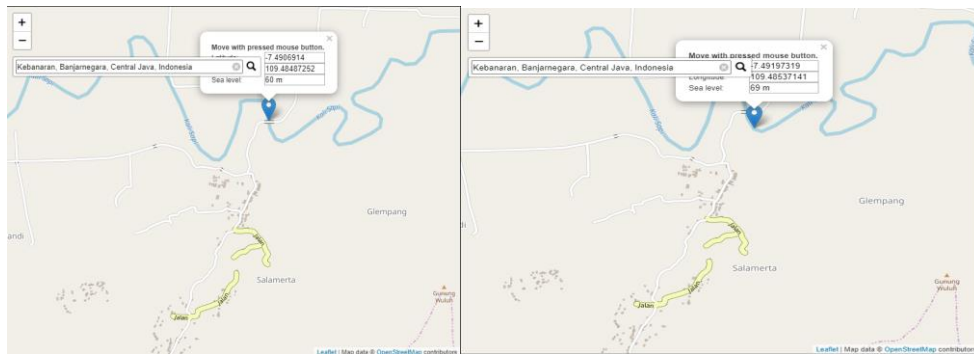
Pekerjaan Masyarakat di Desa Kebanaran Kecamatan Mandiraja Kabupaten Banjarnegara pada umumnya adalah petani, penambang pasir, peternak, dan pedagang . Penghasilan rata-rata mereka per hari rata rata Rp. 75.000,-150.000 per kepala keluarga sedangkan lainnya bervariasi sesuai dengan pekerjaannya masing-masing.

b. Kondisi Elektifitas

Energi listrik yang dihasilkan dari PLTMH diharapkan dapat digunakan sebagai cadangan energi ketika terjadi pemadaman lampu atau kendala listrik yang lain di Desa Kebanaran ,karena kondisi elektrifitas di wilyah ini sudah tersedia secara permanen oleh PLN.

3.4 Analisa Head

Beda ketinggian atau *Headnett* di bendung Kalisapi dapat diketahui dengan menggunakan aplikasi google koordinat atau <https://www.mapcoordinates.net/en> secara online dan bisa secara manual. *Headnett* bendung kalisapi diperoleh 9 meter. Data ini di dapat dengan rincian yaitu *head top* diperoleh 60 meter dan ketinggian *head bottom* diperoleh 69 meter.

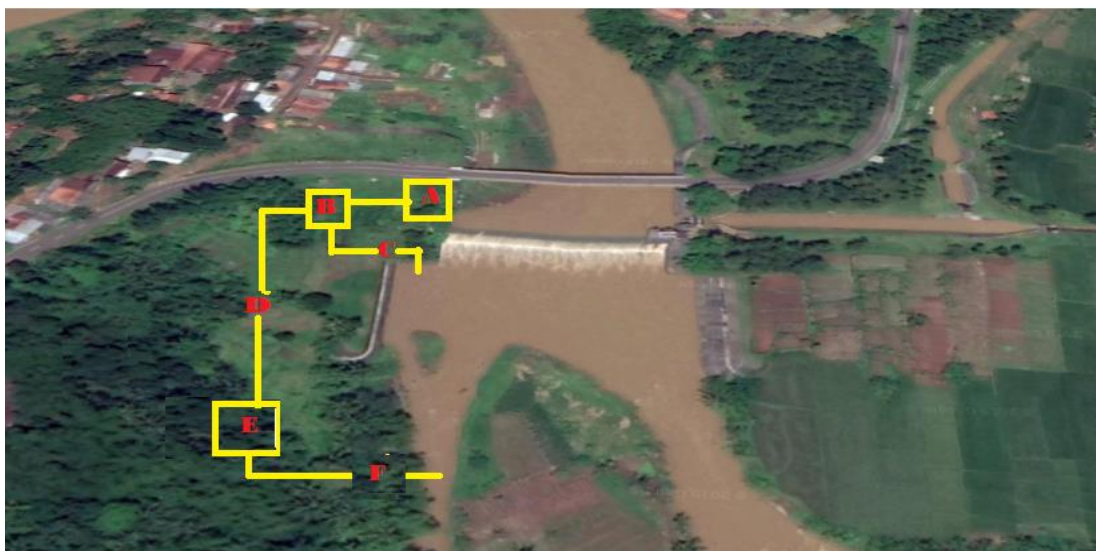


Gambar 4. Titik *Headtop* dan *headbottom* pada <https://www.mapcoordinates.net/en>.

Pada Bendung Kalisapi dapat dimanfaatkan ketinggian *headnett* adalah sebesar 5 meter. Lokasi untuk dibangun *power house* berada di saluran induk dan dekat dengan permukiman penduduk. Pada PLTMH di Bendung Kalisapi memakai turbin *crossflow*. . Penentuan pemilihan turbin diengaruhi 2 faktor yaitu *head* dan debit air (Suparyawan D.2013)

3.5 Rencana Lokasi Pembangunan PLTMH

Rencana pembangunan PLTMH memiliki bagian seperti bak penampung, *pen stock* atau pipa pesat, saluran buang, dan *power house* atau rumah pembangkit. Berikut rencana pembangunan PLTMH pada gambar 5 :



Gambar 5. Rancangan pembangunan PLTMH

Dalam perancangan pembangunan PLTMH dibagi menjadi 6 titik yaitu titik A, B, C, D, E, F, yaitu :

- a. Titik A yaitu sebagai saluran pembawa berfungsi untuk membawa air menuju bak penampung
- b. Titik B yaitu sebagai Bak Penampung berfungsi untuk menampung air dari saluran pembawa agar air tetap stabil,
- c. Titik C yaitu sebagai Saluran Buang berfungsi jika ada air yang meluap maka air akan dibuang melalui saluran ini
- d. Titik D yaitu sebagai *Penstock* atau Pipa Pesat digunakan untuk menyalurkan air menuju ke turbin.
- e. Titik E yaitu sebagai *Power House* berfungsi untuk tempat turbin dan generator untuk menghasilkan listrik, dibuat jauh dari tepi sungai untuk mencengah apabila terjadi luapan air pada sungai dan dibuat agak jauh dari rumah warga agar tidak mengganggu.
- f. Titik F yaitu sebagai *Tail Race* atau saluran pembuang dari turbin air berfungsi untuk membuang air yang sudah digunakan ke sungai.

4. PENUTUP

Berdasarkan pembahasan hasil peneletian dapat disimpulkan :

- a. Bendung Kalisapi Banjarnegara memiliki potensi untuk dibangunnya PLTMH
- b. Debit air di Bendung Kalisapi yang cukup stabil setiap tahun. Potensi daya yang dihasilkan cukup menjanjikan. Daya yang dihasilkan paling besar yaitu 349,63 kW.
- c. *Headnett* atau beda ketinggian efektif di Bendung Kalisapi yang akan dipasang *penstock* menuju turbin dan *power house* sebesar 5 m.
- d. Turbin yang digunakan adalah *Crossflow* atau Turbin air Kaplan karena memiliki debit rata rata $2,97 \text{ m}^3/\text{s}$.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah penelitian tugas akhir ini dapat dilakukan dengan lancar berkat kontribusi dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan penelitian ini. Penulis berharap laporan ini dapat berguna untuk berbagai pihak dan pembaca. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir ini.
2. Ayah dan ibu yang tak kenal lelah memberikan doa dan semangat. Semoga Allah selalu menyayangi kalian dan diberi kesehatan selalu.
3. Adikku yang selalu mensupport dan memberi semangat
4. Bapak Umar, S.T, M.T sebagai kepala jurusan Teknik Elektro
5. Bapak Ir. Jatmiko, M.T selaku pembimbing tugas akhir
6. Pegawai DPU dan BPU Sumber Daya Air dan Penataan Ruang Serayu Citaduy
7. Teman teman Teknik Elektro 2015 yang telah memberikan *support* dalam penelitian serta menyemangati penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Albastomiroji. (2018). "*Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Bendung Trani Kali Samin/Gembong Di Kabupaten Sukoharjo*". Ilmiah. Surakarta: Jurusan Teknik Elektro Jurusan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anaza S. O. and friends. (2017). "*Micro Hydro-Elektric Energy Generation- An Overview*". American of Engineering research (AJER)
- Buku Pedoman Bendung Kalisapi dan Jaringan Irigasi Kalisapi dan Gumelem.* Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Pengairan Direktorat Irigasi I
- Gunawan, A., Oktafeni, A., & Khabzli, W. (2013). *Pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. Jurnal Rekayasa ElektriKA Vol. 10, No. 4, Jurusan Teknik Elektronika Telekomunikasi, Politeknik Caltex Riau .
- Hasbi, Isa Muhammad Said. (2014). "*Water Turbine*".
- Michael, Prawin Angle and C. P. Jawahar. (2017). "*Design of 15 kW Micro Hydro Power Plant for Rural Electrification at Valara*". *Energy Procedia*, 117 (2017): 168-171
- Muhammad Naim, I. R. (2018). *Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Kampung Dongi Kecamatan Nuha*. *Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* , 37-44.
- Notosudjono D, (2002). *Perencanaan PLTMH di Indonesia*, BPPT.
- Paryatmo Wibowo. (2007). "*Turbin Air*". Yogyakarta : Graha Ilmu

- Razan Jahidul Razan, Riasat Siam Islam, and friends. (2011). "*A Comprehensive Study Of Micro-Hydropower Plant And Its Potential In Bangladesh*". Intenational Scholarly Research Network, Islam University of Tecnology
- Subekti, R. A. (2010). *Survey Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Kuta Malaka Kabupaten Aceh Besar Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam*. Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology .
- Suparyawan, D., Kusmara, I., & Ariastina, W. (2013). *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Mikrohidro Di Desa Sambangan Kabupaten Buleleng Bali*. Studi Perencanaan Pembangkit Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana.
- Vimalakeerthy D., Humaid Abdullah Fadhil Al-hinai, Hamood Salim Mohamed Al-Bimani. (2016) "*An Improved Design of Micro-Hidro Elektric Power Plant*". International Research Journal of Engineering and Technology